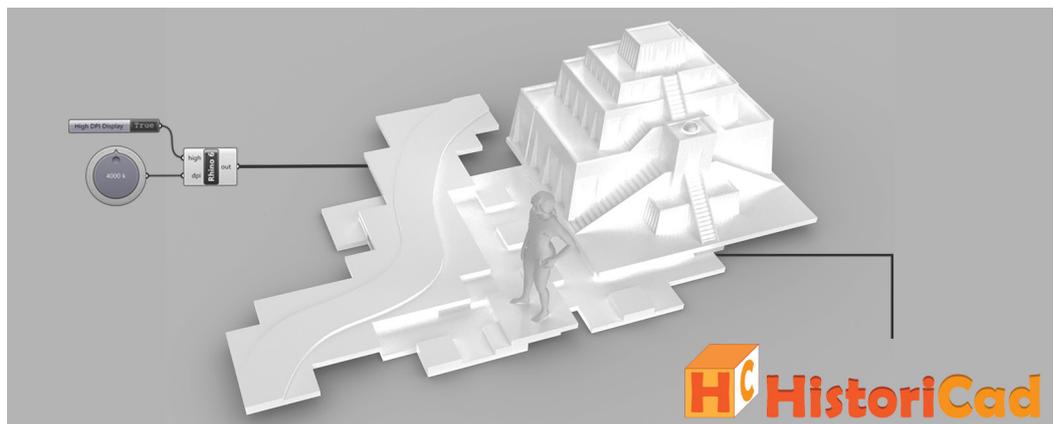
Progettare dall'infanzia: rappresentare e produrre per un apprendimento inclusivo

Luca J. Senatore
Michela Moroni

Abstract

In un periodo storico in cui l'utilizzo dei mezzi informatici e di produzione risultano alla portata di tutti, lo studio propone lo sviluppo di una soluzione tecnologica finalizzata alla costruzione di uno strumento di sostegno alla didattica in un'ottica inclusiva e partecipata. Mettendo a sistema il potenziale offerto dalla modellazione parametrica e dalla stampa 3D, la ricerca propone la costruzione di una piattaforma software finalizzata all'autocostruzione di una serie di strumenti didattici in forma di gioco, in linea con le più recenti ricerche nell'ambito della didattica innovativa. Attraverso processi guidati, il bambino e il docente si trasformano in progettisti, in grado di autocostruire il piano di gioco e le sue componenti, cui deriva una transizione dell'approccio allo studio da un piano astratto ad una dimensione più concreta ed innovativa con evidenti conseguenze nel processo didattico. In un'ottica di inclusività, la soluzione proposta, con il suo alto livello di interazione e personalizzazione, rientra tra le pratiche da mettere in atto per venire incontro alle esigenze di studio dei bambini soggetti a disturbi specifici dell'apprendimento (DSA).

Parole chiave
modellazione, stampa 3D, didattica, DSA, inclusione

Historicad: dalla modellazione parametrica ad un gioco per la didattica inclusiva.

doi.org/10.3280/oa-1016-c459

Introduzione

Nel 1974 in *Proposta per una scuola di design che comincia dall'asilo* [Munari 1974], Bruno Munari affrontava il tema del design auspicando una realtà in cui la progettazione potesse essere alla portata di tutti, sognando un mondo in cui già dalle più tenere età si venga preparati ad un approccio progettuale.
Le sue teorie, all'epoca considerate utopiche, oggi appaiono in linea con una serie di fenomeni che stanno assumendo sempre una maggiore rilevanza, e che stanno modificando profondamente l'approccio alla produzione e alla conoscenza. Tra questi, un ruolo centrale è da rintracciare nella recente diffusione di strumenti hardware di prototipazione e, parallelamente, alle possibilità offerte dai software di modellazione tridimensionale parametrica, che, permettono la costruzione di modelli 3D (fig. 1), attivando processi interattivi, partecipati e democratici [1].
All'interno di questo ambito di studio e di sperimentazione, si muove la ricerca qui presentata che si pone l'obiettivo di strutturare nuovi strumenti per la didattica con una particolare attenzione rivolta ai bambini in età scolare affetti da Disturbi Specifici dell'Apprendimento (DSA).
Nello specifico, l'obiettivo della ricerca è proporre, in forma prototipale, una soluzione costruita sulle logiche dell'*edutainment* [2], che possa essere di ausilio ai docenti delle scuole primarie inferiori per migliorare l'apprendimento degli studenti, attraverso la creazione di un processo partecipato e interattivo che metta a sistema gli strumenti parametrici della modellazione e la stampa 3D per la costruzione di giochi personalizzati finalizzati al miglioramento dell'apprendimento.

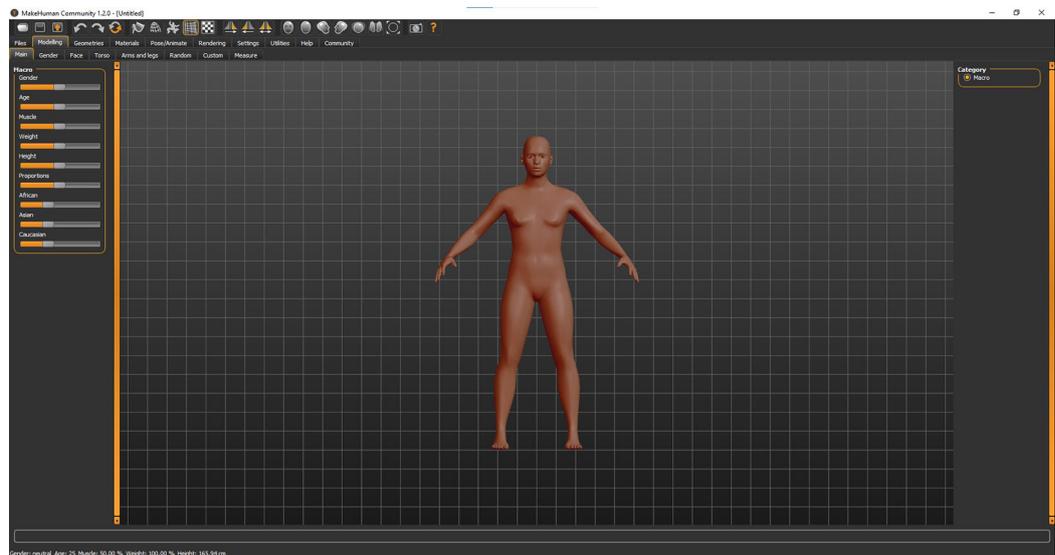



Fig. 1. Interfaccia del software Make Human, per la creazione di *avatar* tramite modellazione parametrica organica.

Stato dell'arte

La ricerca prende le mosse da una riflessione sulle nuove modalità di didattica in un panorama scolastico mutevole a causa della diffusione della tecnologia. L'utilizzo comune di risorse quali il PC o la stampante 3D, risultano essenziali per rendere la scuola un luogo di conoscenze contestualizzato con la realtà quotidiana del discente, garantendo strumenti fondamentali per la ricerca di contenuti, lo scambio di idee e l'implementazione di differenti approcci all'apprendimento [Cacciamani, Cesareni 2022]. Nello specifico, l'impiego della stampa 3D in diversi contesti educativi e a sostegno di varie tipologie di studenti, è uno strumento sempre più utilizzato sia come tecnologia di supporto durante le lezioni, sia per la produzione di artefatti che semplifichino l'apprendimento [Ford, Minshall 2018].

Già dalle prime teorie sulla pedagogia [3] emerge come le esperienze libere e spontanee portino ad un apprendimento completo e stimolante e ciò può avvenire fornendo dei percorsi che portino il bambino a sperimentare e, dunque, comprendere.
Un altro fattore da considerare riguarda lo sviluppo cognitivo e sociale all'interno del contesto scolastico: l'interazione tra gli studenti e tra studenti e insegnanti è un punto cardine per l'acquisizione attiva dei saperi [Monaco, Zucchermaglio 2021]. Attraverso il confronto tra pari e la relazione con gli insegnanti, i discenti imparano a comprendere punti di vista differenti dai propri e a sviluppare un pensiero critico che gli sarà utile sia nel periodo formativo che in quello successivo [Vermette 2008].
In questo quadro la ricerca propone un nuovo metodo di insegnamento che possa rendere l'apprendimento semplice anche per quegli studenti che presentano particolari difficoltà nell'apprendimento (DSA).
I DSA [4] rendono più complessi i processi di lettura, scrittura e calcolo, penalizzando le fasi di studio inerenti alla decodifica e memorizzazione degli argomenti, e comportando un affaticamento del cervello dell'allievo, il quale si approccerà allo studio con più difficoltà e lentezza rispetto agli altri ragazzi.
Attualmente gli alunni con DSA vengono affiancati da insegnanti di sostegno e dotati di strumenti compensativi come schede, calcolatrici, programmi di video scrittura. Ciò implica il fatto che queste modalità tendono ad isolarli dal resto della classe, accentuando la loro 'diversità'.
L'obiettivo dello studio è quello di realizzare uno strumento che possa essere utilizzato indistintamente da tutti i bambini, andando ad eliminare le barriere poste dal metodo classico.
La ricerca evidenzia come i bambini con DSA preferiscano un apprendimento dinamico ed interattivo [Stella, Grandi 2011], che permetta loro di sfruttare le proprie potenzialità ad un livello cinestetico o visivo-non verbale più che visivo-verbale o uditivo, tipici delle lezioni frontali e dello studio sui libri di testo.
In questo contesto, il tema dell'*edutainment* risulta essere particolarmente appropriato in quanto racchiude diversi aspetti che aiutano a sviluppare l'interazione, la disciplina ed un apprendimento impegnato [Nusair, Sharma, Khan 2013].
Attraverso l'approccio ludico è possibile affrontare in maniera leggera il concetto di 'regole', guidando il bambino lungo un sentiero delimitato che, però, mantenga la possibilità di esprimersi liberamente garantendo l'interazione e portando ad un apprendimento completo e volontario mediante un'immersione totale nell'argomento, andando a sollecitare fantasia, creatività e ingegno [Galvao, Martins, Gomes 2000]. Come emerge dall'analisi di diverse esperienze, il gioco [Sapucci 2013] costituisce poi un ponte per l'eliminazione di barriere caratterizzanti le modalità dell'insegnamento classico, permettendo di sfruttare non solo i canali visivo-verbali o uditivi, ma favorendo anche un apprendimento basato sul 'fare' che garantisca le stesse possibilità a tutti i bambini, anche in presenza di soggetti con gravi forme di disabilità cognitiva, andando a sostituire quegli strumenti compensativi che spesso portano all'isolamento dei suddetti [Mcloughlin et al. 2016] (fig. 2).
Le considerazioni di cui sopra hanno costituito le linee guida per la realizzazione di una piattaforma finalizzata alla creazione di un gioco che ha fatto della rappresentazione uno strumento centrale per veicolare contenuti e, in questo specifico caso, insegnamenti.

Metodologia e risultati

L'obiettivo della ricerca è quello di fornire a docenti e discenti, uno strumento software basato sulle nuove modalità di rappresentazione e produzione con stampante 3D (fig. 3) per la costruzione di un supporto fisico all'attività didattica in forma di gioco da tavolo. Attraverso una piattaforma digitale predisposta, si potranno attivare una serie di processi partecipati, interattivi e personalizzabili, che permettano agli utenti di costruire un gioco, ovvero un *board* e tutti gli elementi necessari a popolarlo, per permettere di svolgere l'attività in classe sotto la guida dell'insegnante, in funzione della lezione per il quale viene predisposto. Sarà proprio

Fig. 2. Shiva: esempio di gioco didattico per bambini con disabilità che sfrutta la modellazione tridimensionale e la stampa 3D. McLoughlin et al. 2016, pp. 6-8.

la partecipazione alle diverse attività, sia di progettazione che di gioco, a fornire ad ogni studente un contesto in cui essere libero di apprendere ed esprimersi nel modo a lui più consono, eliminando alcune tra le principali barriere nell'apprendimento (BES) [5] presenti nella didattica tradizionale, favorendo un apprendimento personalizzato e non solo mnemonico.
Per validare l'efficacia del processo e della metodologia proposta, valutando da un lato le possibilità di auto-progettazione e controllo offerte dalla modellazione parametrica e dall'altro il livello di interazione/soddisfazione dell'utenza in fase di costruzione delle componenti, è stato ipotizzato, in forma prototipale, un caso studio specifico.

L'attività ha riguardato la costruzione di un caso basato sul programma di *Storia della scuola per l'infanzia della IV classe* (fig. 4), che prevede lo studio delle prime civiltà, e nello specifico si è analizzato il caso della civiltà sumerica [Valeri, Tommaso 2017]. Avendo focalizzato l'attenzione sul programma di Storia l'applicazione ha preso il nome di 'Historicad'.
È stato quindi realizzato il prototipo di una piattaforma software per computer Desktop, contenente i diversi moduli: profilazione degli utenti; scelta dei modelli; personalizzazione dei singoli oggetti; stampa 3D.
Obiettivo del software è guidare l'utente nella creazione dei vari oggetti necessari alla costruzione del gioco. Questi oggetti rientrano in 4 categorie: la '*board*', gli 'oggetti descrittivi del territorio', gli 'oggetti qualificanti' (fig. 5) che possano essere rappresentativi di uno specifico periodo storico, e i 'personaggi'. Ciascun oggetto ha alla base un modello parametrico che, tramite l'azione su alcune variabili, permette di modificare la forma e la geometria dell'ogget-

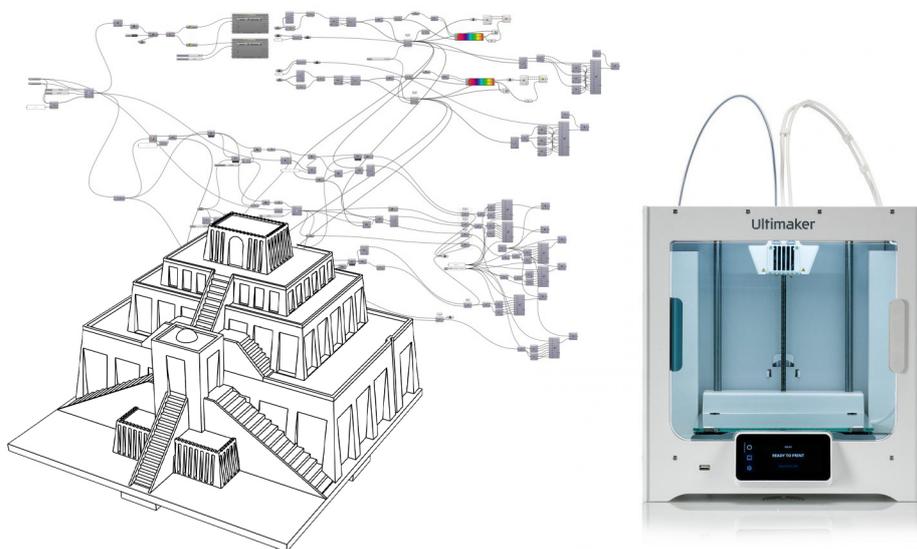



Fig. 3. Dalla modellazione parametrica di oggetti alla loro realizzazione tramite stampante 3D.

Fig. 4. Elenco degli argomenti del programma didattico della classe IV elementare.

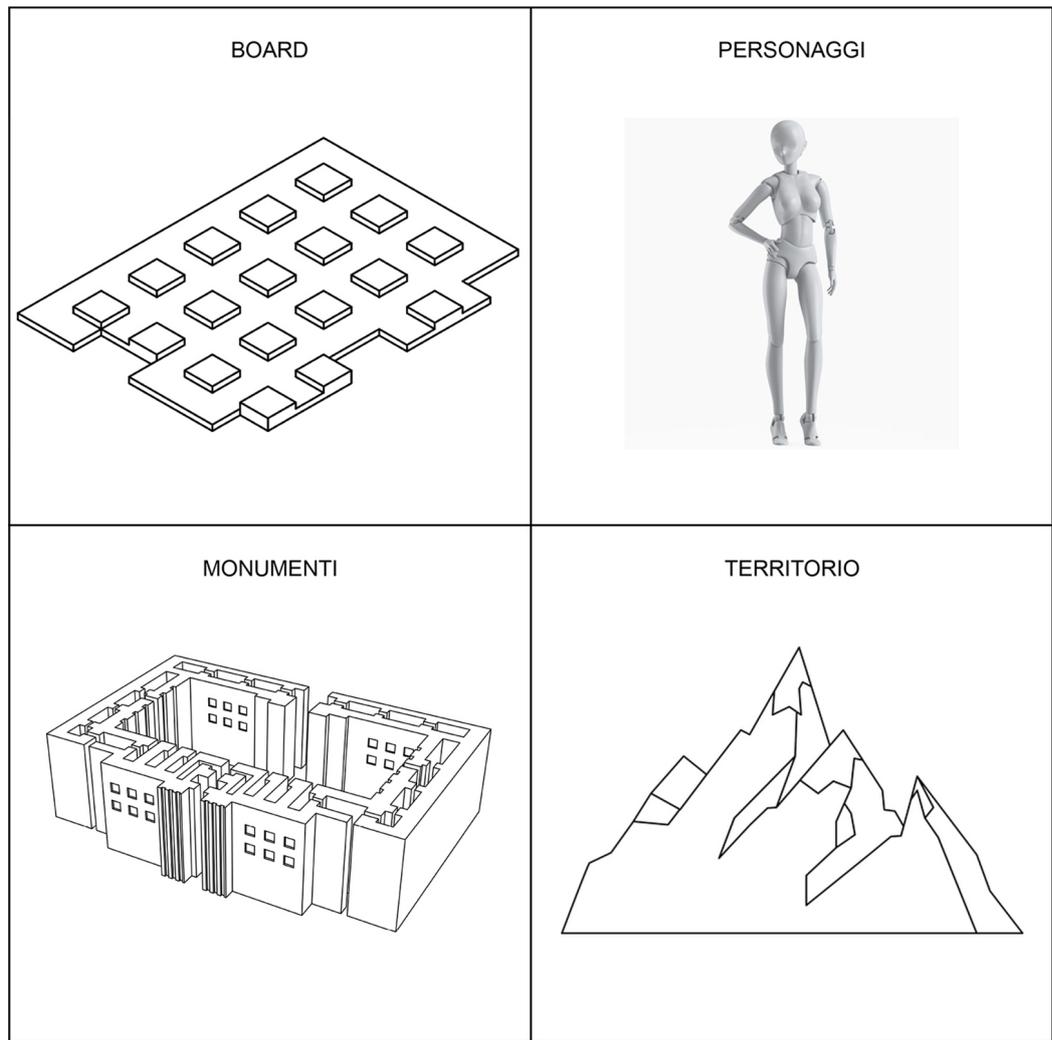



Fig. 5. Esempi di categorie degli oggetti caratterizzanti la creazione del gioco.

to, offrendo all'utente la possibilità di personalizzare le componenti per renderle più adatte ad una specifica narrazione. Ogni elemento è stato pensato per poter essere montato sul *board* tenendo conto delle tolleranze derivanti dalla costruzione mediante stampante 3D (fig. 6). Inoltre, proprio in virtù della parametrizzazione è stato ipotizzato il fatto che sia il software, in completa autonomia, ad ottimizzare i modelli realizzati dagli utenti affinché ciascun elemento possa essere messo in relazione con gli altri, attraverso una serie di vincoli logici, geometrici e fisici che garantiscono la fruizione semplificata dell'intero processo di modellazione e successivamente di montaggio.

L'interazione con la piattaforma avviene tramite diverse schermate che guidano l'utente, sia esso il docente o lo studente, nella progettazione e nella personalizzazione di ciascun elemento del gioco (fig. 7). La personalizzazione avviene in uno spazio dedicato dove l'oggetto appare insieme a diversi modificatori sui quali l'utente può agire. L'utente, con dei selettori presenti sulla schermata, può interagire con l'oggetto modificandone la geometria attraverso:

- deformazione delle geometrie come nel caso degli elementi utilizzati per la costruzione della topografia e del terreno (fig. 8);
- strumenti dedicati per l'elaborazione degli oggetti più complessi, come ad esempio i fiumi, per la costruzione dei quali all'utente viene prima chiesto di tracciare un percorso sul board in forma di linea grafica che il sistema semplifica e ottimizza trasformandolo, secondo logiche parametriche, in tutti gli elementi utili alla costruzione delle componenti necessarie al montaggio dell'elemento finito (fig. 9).

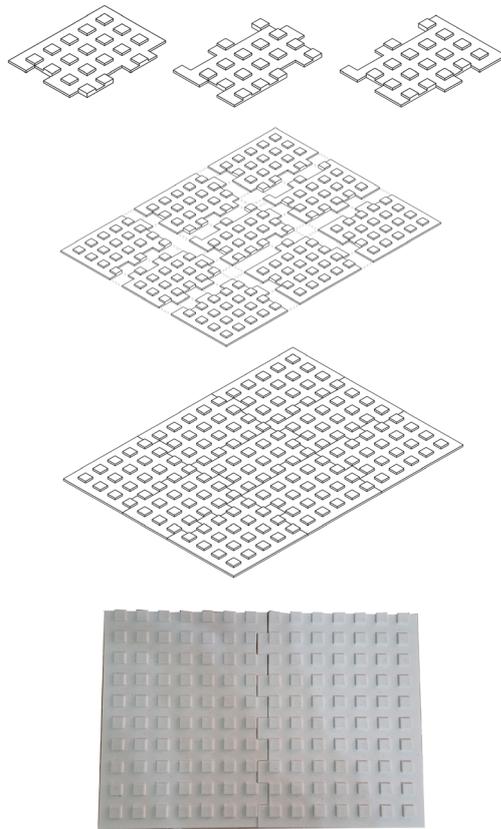



Fig. 6. Schema di montaggio del *board* e conseguente versione prototipale.

Fig. 7. Schermate che guidano l'utente all'interno dell'area di lavoro dedicata. Questa si differenzia tra studenti e insegnanti, che regoleranno elementi diversi del gioco.

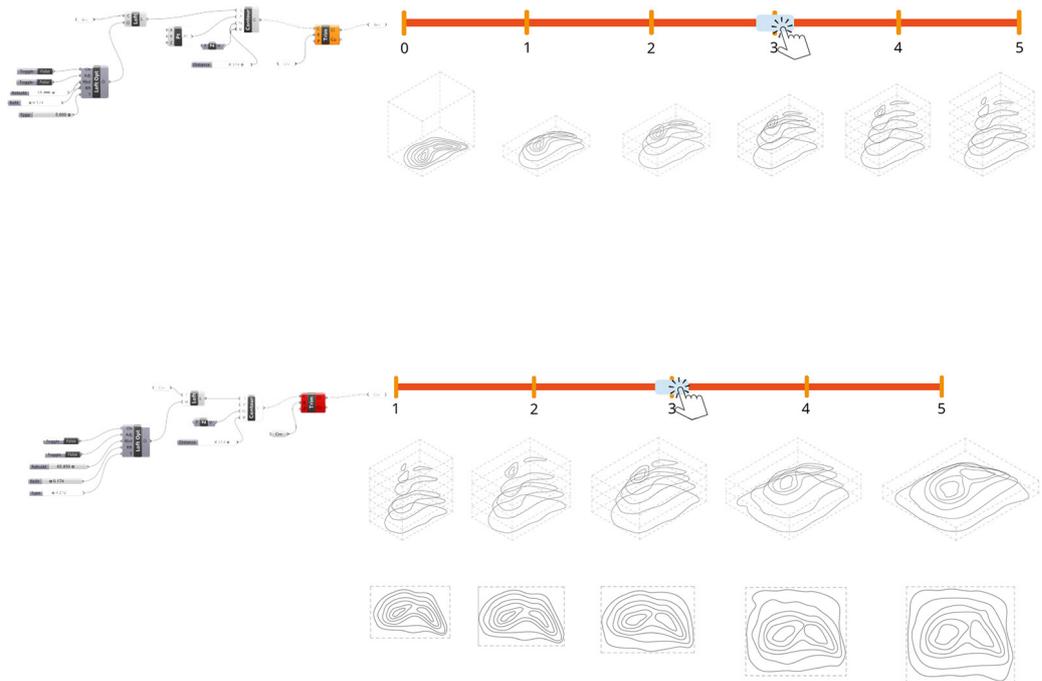
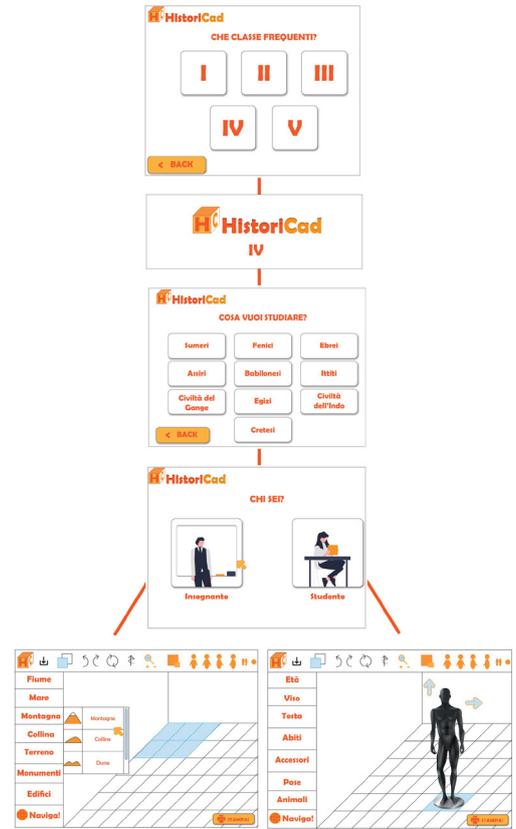



Fig. 8. Generazione parametrica di elementi territoriali semplici tramite selettori.

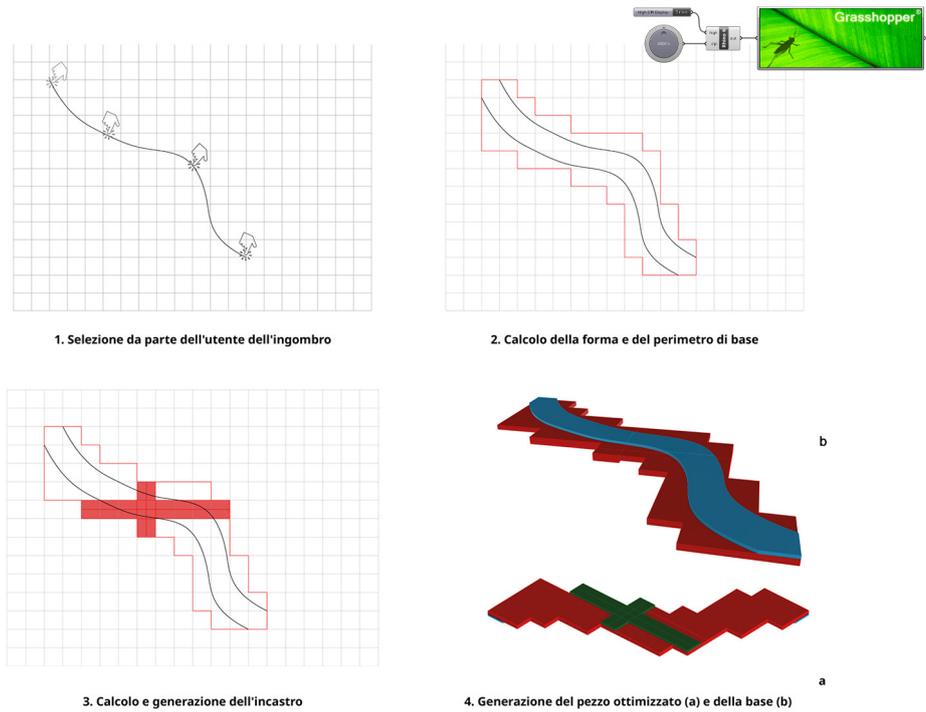



Fig. 9. Generazione di elementi complessi tramite interazione dell'utente e attribuzione parametrica da parte del software delle specifiche caratteristiche.

Il controllo sul risultato ottenuto e la compatibilità dell'oggetto personalizzato dall'utente con gli altri componenti del gioco sono garantiti dall'imposizione di alcuni vincoli geometrici delle deformazioni possibili, e dunque limiti logici, per ciascun modificatore. L'utilizzo dei vincoli ha un doppio obiettivo: da un lato il controllo della scala dei singoli pezzi per una loro compatibilità all'interno del board; dall'altro il controllo dimensionale degli oggetti per renderli realizzabili mediante stampante 3D.
Una volta individuati tutti i componenti necessari alla costruzione del gioco (*board*, territorio, oggetti caratterizzanti e personaggi) il software permette di attivare la funzione 'Stampa' (fig. 10) che predispone per ciascun modello/componente, il relativo file in formato STL da inviare alla stampante offrendo all'utente una preview dei tempi e della quantità di PLA [6] necessari alla costruzione fisica del modello (fig. 11).

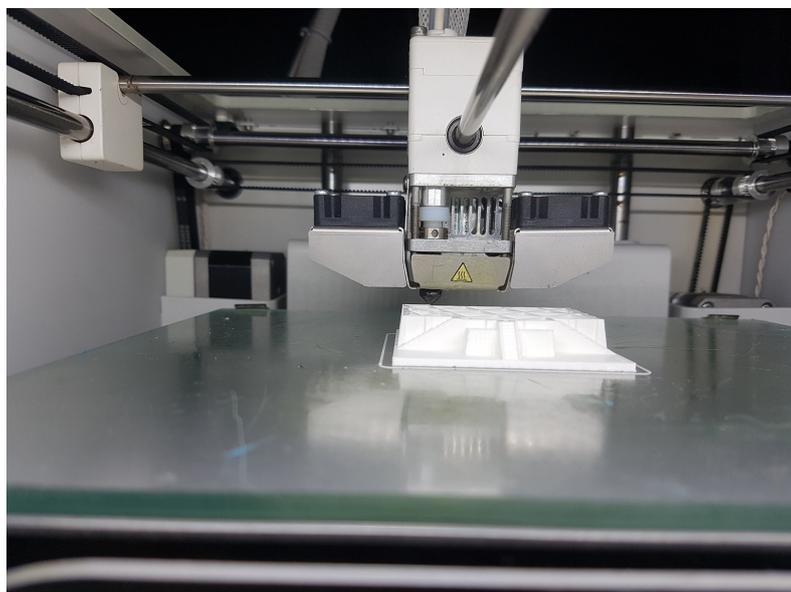



Fig. 10. Stampa 3D dei pezzi del gioco.

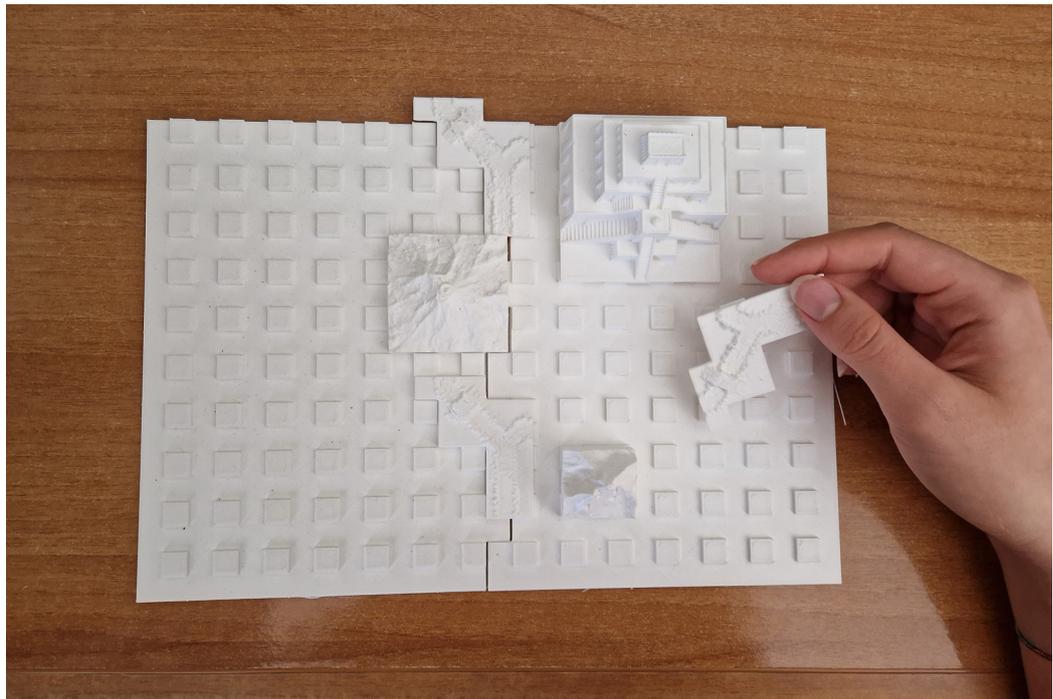



Fig. 11. Esempio di interazione con la versione prototipale del gioco.

Tenuto conto di un possibile utilizzo all'interno di contesti didattici, si è optato per una stampante 3D a filamento di tipo commerciale. La scelta di un prodotto low cost costituisce un plusvalore nell'ipotesi di un utilizzo massivo all'interno di un contesto scolastico.
Per quello che attiene al materiale di stampa la scelta è ricaduta su un PLA senza particolari proprietà meccaniche, di colore bianco, permettendo forme ulteriori di personalizzazione da parte degli studenti che possono interagire con i modelli fisici attraverso l'applicazione del colore.
La ricerca è tutt'ora in corso e l'obiettivo è realizzare un test all'interno di una IV classe, per validare l'efficacia del sistema di interazione per la costruzione dei modelli, come pure dei prodotti fisici.

Conclusioni

Le nuove forme di didattica dimostrano come il miglioramento dell'apprendimento debba seguire percorsi basati su interazione e confronto partecipato tra docenti e studenti e di una relazione prolifica tra studenti. Contestualmente modelli educativi basati sulle logiche di partecipazione mostrano la loro efficacia anche per tutti i ragazzi che soffrono di DSA offrendo loro la possibilità di una reale inclusione nell'ambito scolastico.
La ricerca qui mostrata evidenzia come le nuove tecniche di modellazione parametrica e di produzione possano costituire un vero elemento di innovazione finalizzato al miglioramento complessivo dell'ambiente scolastico. Al contempo l'approccio critico con la tecnologia può offrire allo studente un importante riferimento per la comprensione del potenziale offerto dai nuovi strumenti di comunicazione basati sulle logiche del web.
Come evidenziato dal modello di lavoro proposto, l'utilizzo di queste modalità di progettazione della modellazione, permette una modifica del paradigma progettista/oggetto, permettendo la pianificazione del progetto agendo sulle variabili geometriche che lo definiscono, e di poter pensare di costruire strumenti ad hoc per ogni specifica problematica utilizzando lo strumento della stampa 3D, ormai comune e facilmente accessibile. Tutto questo trasformando il ruolo dei soggetti coinvolti e in particolare quello del ricercatore/progettista, al quale non spetta più il compito di definire soluzioni ma di pianificare l'attività dell'utenza, anche non qualificata, rendendola principale attore dell'intero processo e, quindi, della realizzazione del nuovo strumento.

Note

[1] Tra le varie applicazioni presenti online è opportuno citare il caso del software *open source* Make Human che permette di creare *avatar* personalizzati <http://www.makehumancommunity.org/>.

[2] L'*edutainment* è una forma di intrattenimento che, sfruttando i canali quali giochi, videogames, televisione etc., si pone lo scopo di educare e divertire contemporaneamente.

[3] In particolare, ci si riferisce agli studi di Rousseau 1762 ripresi da Dewey 1938.

[4] Genericamente identificati con dislessia, disgrafia, disortografia e discalculia.

[5] Con 'BES' si intende tutti quei bisogni educativi speciali, che riguardano i diversi aspetti inerenti allo svantaggio scolastico: svantaggio sociale o culturale, disturbi specifici di apprendimento, disturbi evolutivi specifici, difficoltà derivanti dalla non conoscenza della lingua e cultura italiana.

[6] Il PLA o Acido Polilattico risulta essere particolarmente adatto in questo contesto in quanto si tratta di un materiale di origine naturale, atossico ed economico, nonché facilmente reperibile sul mercato.

Riferimenti bibliografici

Cacciamani S., Cesareni D., Ligorio M.B. (2022). *Didattica blended. Teorie, metodi ed esperienze*. Milano: Mondadori Università.

Dewey J. (2014). *Esperienza e Educazione*. Milano: Raffaello Cortina. [Prima ed. 1938. *Experience and Education*. West Lafayette, Indiana: Kappa Delta Pi, International Honor Society in Education].

Ford S., Minshall T. (2018). Where and how 3D printing is used in teaching and education. In *Additive Manufacturing*, n. 25, pp.131-150.

Galvao J.R., Martins P.G., Gomes M.R. (2000). Modeling reality with simulation games for a cooperative learning. In J.A. Joines, R.R. Barton, K. Kang, P.A. Fishwick (a cura di). Atti della *Winter Simulation Conference*, Orlando, USA,10-13 dicembre 2000, vol. 2, pp. 1692-1698.

Mcloughlin L., Fryazinov O., Moseley M., Sanchez M., Adzhiev V., Comninos P., Pasko A. (2016). Virtual Sculpting and 3D Printing for Young People with Disabilities. In *IEEE Comput Graph Appl*., n. 36 (1), pp. 22-28.

Monaco C., Zucchermaglio C. (2021). *Piccoli gruppi e apprendimento nella scuola dell'infanzia. Una sfida che inizia con la formazione degli insegnanti*. Roma: Valore Italiano.

Munari B. (1974). Proposta di una scuola di design che comincia dall'asilo. In *Domus*, n. 538, pp. 9-19.

Nusair S., Sharma B., Khan G. (2013). Edutainment for an Enhanced Learning Experience (ELE). In AA. VV. *Atti del USP 12th Pacific Science Inter-Congress*, Suva, Fiji, 8-12 giugno 2013.

Rousseau J.J. (2003). *Emilio*. Roma: Laterza. [Prima ed. (1762). *Émile ou De l›éducation*. La Haye-Paris].

Sapucci G. (24 giugno 2013, aggiornato 22 settembre 2022). *Il gioco nel processo di apprendimento.* <https://www.uppa.it/importanza-del-gioco-nell-apprendimento/> (consultato il 02 febbraio 2023).

Stella G., Grandi L. (2011). *Come leggere la dislessia e I DSA*. Milano: Giunti.

Valeri F., Tommaso M. (2017). *Sussidiario delle discipline - MAPPERCHÈ 4*. Milano: Fabbri.

Vermette P. (2008). *Engaging teens in their own learning: 8 keys to student success*. Abingdon: Taylor & Francis.

<https://www. anastasis.it/dsa-significato/> (consultato il 26 ottobre 2022).

<https://www.miur.gov.it/dsa> (consultato il 9 gennaio 2023).

Autori
Luca J. Senatore, Sapienza Università di Roma, luca.senatore@uniroma1.it
Michela Moroni, Sapienza Università di Roma, moroni.1899417@studenti.uniroma1.it

Per citare questo capitolo: Senatore Luca J., Moroni Michela (2023). Progettare dall'infanzia: rappresentare e produrre per un apprendimento inclusivo/Design from Childhood: Representing and Producing for Inclusive Learning. In Cannella M., Garozzo A., Morena S. (a cura di). *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Transitions. Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 3156-3175.

Isbn 9788835155119

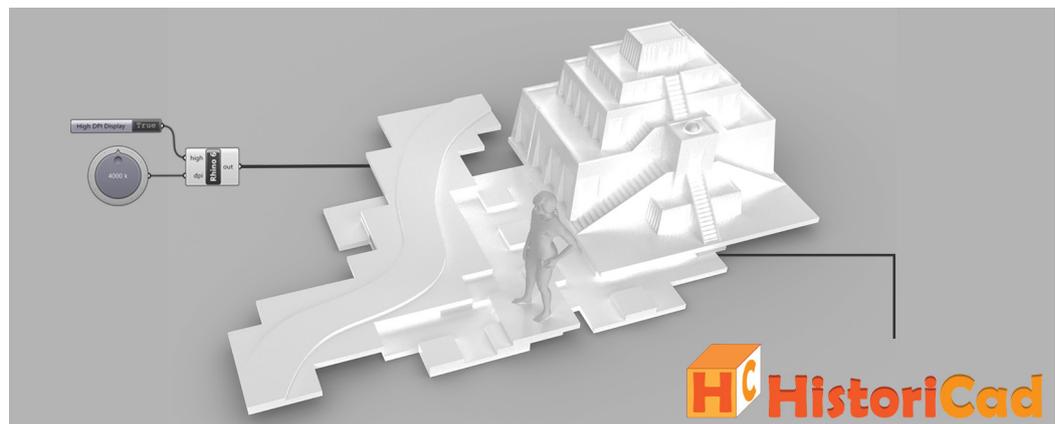
44th International Conference
of Representation Disciplines Teachers
Congress of Unione Italiana per il Disegno

Design from Childhood: Representing and Producing for Inclusive Learning

Luca J. Senatore
Michela Moroni

Abstract

In a period in which the use of computer and production means are within everyone's reach, this study proposes the development of a technological solution aimed at the construction of a tool to support teaching from an inclusive and participatory perspective. By bringing together the potential offered by parametric modelling and 3D printing, the research proposes the construction of a software platform aimed at the self-construction of a series of educational tools in the form of a game, in line with the most recent research in the field of innovative didactics. Through guided processes, the child and the teacher are transformed into designers, capable of self-building the game plan and its components, resulting in a transition of the approach to study from an abstract plan to a more concrete and innovative dimension with obvious consequences in the teaching process. With a view to inclusivity, the proposed solution, with its high level of interaction and customisation, is one of the practices to be implemented to meet the study needs of children with specific learning disorders (SLD).

Parole chiave
Modelling, 3D printing, Didactics, SLD, Inclusion

Historicad: from parametric modeling to a game for inclusive teaching.

doi.org/10.3280/oa-1016-c459

Introduction

In 1974 in *Proposta per una scuola di design che comincia dall'asilo* [Munari 1974], Bruno Munari addresses the design issue hoping for a reality in which the design could be accessible to everyone, dreaming of a World in which, from the earliest age, people are prepared for a design approach.
His theories, utopic at that age, nowadays seem to be in line with a series of phenomena assuming more and more importance, and that are deeply modifying the production and knowledge approach. Among these, a central role is to be found in the recent spread of hardware prototyping tools and, in parallel with the possibilities offered by three-dimensional parametric modelling software, which allow the construction of 3D models (fig. 1) activating interactive, participatory and democratic processes [1].
The research presented here moves within this field of study and experimentation, that aims to structure new tools for teaching with a particular focus on school aged children suffering from Specific Learning Disorders (SLD).
Specifically, the aim of the research is to propose, in a prototype form, a solution based on the Edutainment logic [3], which can be helpful for teachers of lower primary schools to improve student learning, through the creation of a participatory and interactive process that systematizes the parametric tools of modelling and 3D printing for the construction of customized games aimed at improving learning.

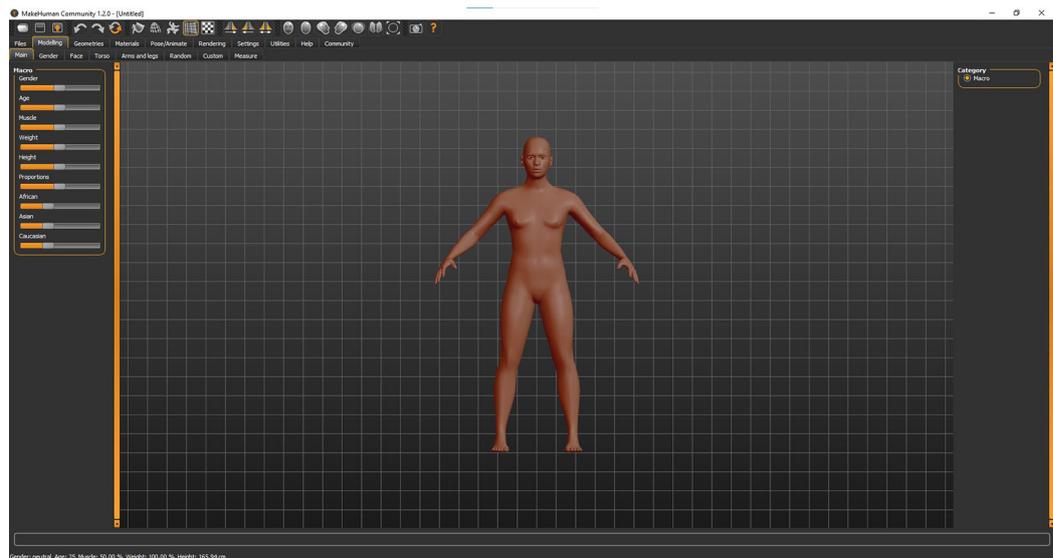



Fig. 1. Make Human software interface, to create avatars through organic parametric modeling.

State of the art

The research starts from a reflection on new methods of teaching in a changing school landscape due to the spread of technology. The common use of resources such as the PC or 3D printer, are essential to make the school a place of contextualized knowledge with the daily reality of the student, ensuring fundamental tools for the research for content, the exchange of ideas and the implementation of different approaches to learning [Cacciamani, Cesareni 2022]. Specifically, the use of 3D printing in different educational contexts and in support of various types of students, is an increasingly used tool both as a support technology during lessons, and for the production of artifacts that simplify learning [Ford, Minshall 2018].
Already from the first theories on pedagogy [3] emerges how free and spontaneous experiences lead to a complete and stimulating learning and this can happen by providing paths that lead the child to experiment and, therefore, understand.
Another factor to be considered is cognitive and social development within the school context: interaction between students and between students and teachers is a key point for the

active acquisition of knowledge [Monaco, Zucchermaglio 2021]. Through peer comparison and relationship with teachers, students learn to understand different points of view from their own and to develop critical thinking skills that will be useful in both the formative and the next period [Vermette 2008].
In this context, the research proposes a new teaching method to simplify learning even for those students with particular learning difficulties (SLD).
SLDs [4] make the reading, writing and computing processes more complex, penalizing the decoding and memorization phases of study of topics, and resulting in fatigue of the student brain, who will approach the study with more difficulty and slowness than the other guys.
Currently, pupils with SLD are supported by teachers and equipped with compensatory tools such as cards, calculators, video writing programs. This implies that these modes tend to isolate them from the rest of the class, accentuating their 'diversity'. The aim of the study is to create a tool that can be used indiscriminately by all children, in order to remove the barriers posed by the conventional method.
Research shows that children with SLD prefer dynamic and interactive learning [Stella, Grandi 2011], which allows them to exploit their potential at a kinesthetic or visual-non-verbal rather than visual-verbal or auditory level, typical of lectures and study on textbooks.
In this context, the theme of edutainment is particularly appropriate as it encloses several aspects that help develop interaction, discipline and engaged learning [Nusair, Sharma, Khan 2013].
Through the playful approach it is possible to deal lightly with the concept of 'rules', guiding the child along a marked path that however, maintain the ability to express themselves freely by ensuring interaction and leading to a complete and voluntary learning through a total immersion in the subject, stimulating imagination, creativity and ingenuity [Galvao, Martins and Gomes 2000]. As shown from the analysis of different experiences, games [Sapucci G. 2013] constitute a bridge for the elimination of barriers characterizing the modes of classical teaching, allowing to exploit not only the visual-verbal or auditory channels, but also encouraging learning based on 'doing' that guarantees the same opportunities for all children, even in the presence of subjects with serious forms of cognitive disability, replacing those compensatory instruments that often lead to their isolation (fig. 2) [Mcloughlin et al. 2016].
The considerations above constitute the guidelines for the creation of a platform aimed at creating a game that has made representation a central tool to convey content and, in this specific case, teachings.

Methodology and results

The aim of the research is to provide teachers and learners, a software tool based on the new modes of representation and production with 3D printer (fig. 3) for the construction of a physical support to the educational activity in the form of board game. Through a digital platform, you can activate a series of participatory, interactive and customizable processes, which allow users to make a game, or a board and all the necessary elements to populate it, to allow the activity to be carried out in the classroom under the guidance of the teacher, depending on the lesson for which it is prepared. Participation in the various activities, both design and game, will provide each student with a context in which to be free to learn and to express themselves in the way that suits him best, eliminating some of the main barriers in learning (SEN) [5] present in traditional teaching, encouraging a customized learning and not only a mnemonic one.
To validate the effectiveness of the proposed process and methodology, evaluating on the one hand the possibilities of self-design and control offered by parametric modeling and on the other the level of user interaction/satisfaction during the construction of the components, a specific case study has been hypothesized in prototype form.
The activity concerned the construction of a case based on the *History of early childhood school* class IV program (fig. 4), which provides for the study of early civilizations, and specifically the

Fig. 2. Shiva: example of a teaching game for young people with disabilities which uses three-dimensional modeling and 3D printing. McLoughlin et al. 2016, pp. 6-8.

case of Sumerian Civilization was analysed [Valeri, Tommaso 2017]. Focusing attention on the History program the application takes the name 'Historicad'.
The prototype of a software platform for Desktop computers was then created, containing the different modules: user profiling; choice of models; customization of individual objects; 3D printing.
The aim of the software is to guide the user in the creation of the various objects necessary for the construction of the game. These objects fall into 4 categories: the 'board', the 'descriptive objects of the territory', the 'qualifying objects' (fig. 5) that can be representative of

a specific historical period, and the 'characters'. Each object is based on a parametric model that, through the action on some variables, allows to change the shape and geometry of the object, offering the user the ability to customize the components to make them more suitable for a specific narrative. Each element has been designed to be assembled on the board considering the tolerances resulting from the realization by using a 3D printer (fig. 6). Moreover, due to the parameterization it has been assumed that the software, in complete autonomy, optimizes the models made by the user so that each element can be related to the others, through a series of logical, geometric and physical constraints, that ensure the simplified use of the entire modelling process and then assembly.
The interaction with the platform takes place through different screens that guide the user, both the teacher or the student, in the design and customization of each element of the game (fig. 7). Customization takes place in a dedicated space where the object appears along

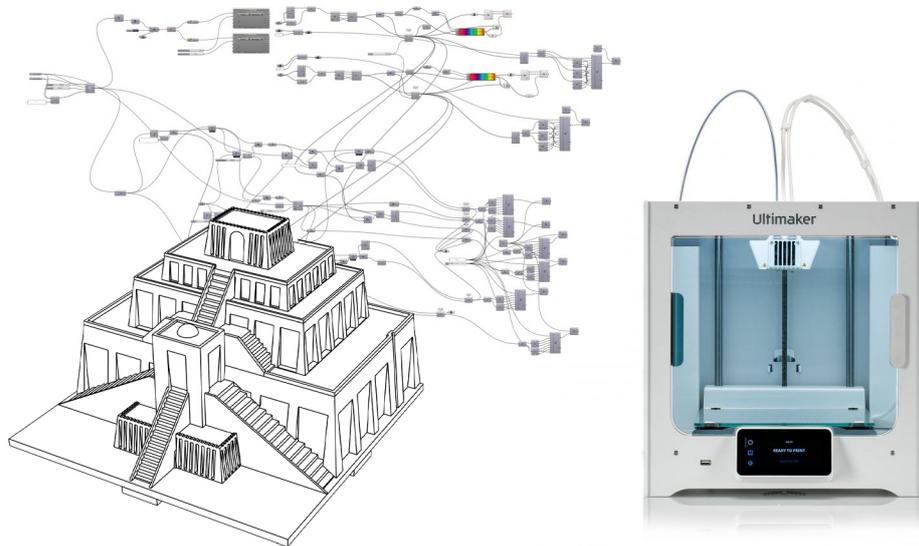



Fig. 3. From parametric modeling of objects to their realization through 3D printer.

Fig. 4. Topics listof the IV primary fourth grade educational program.

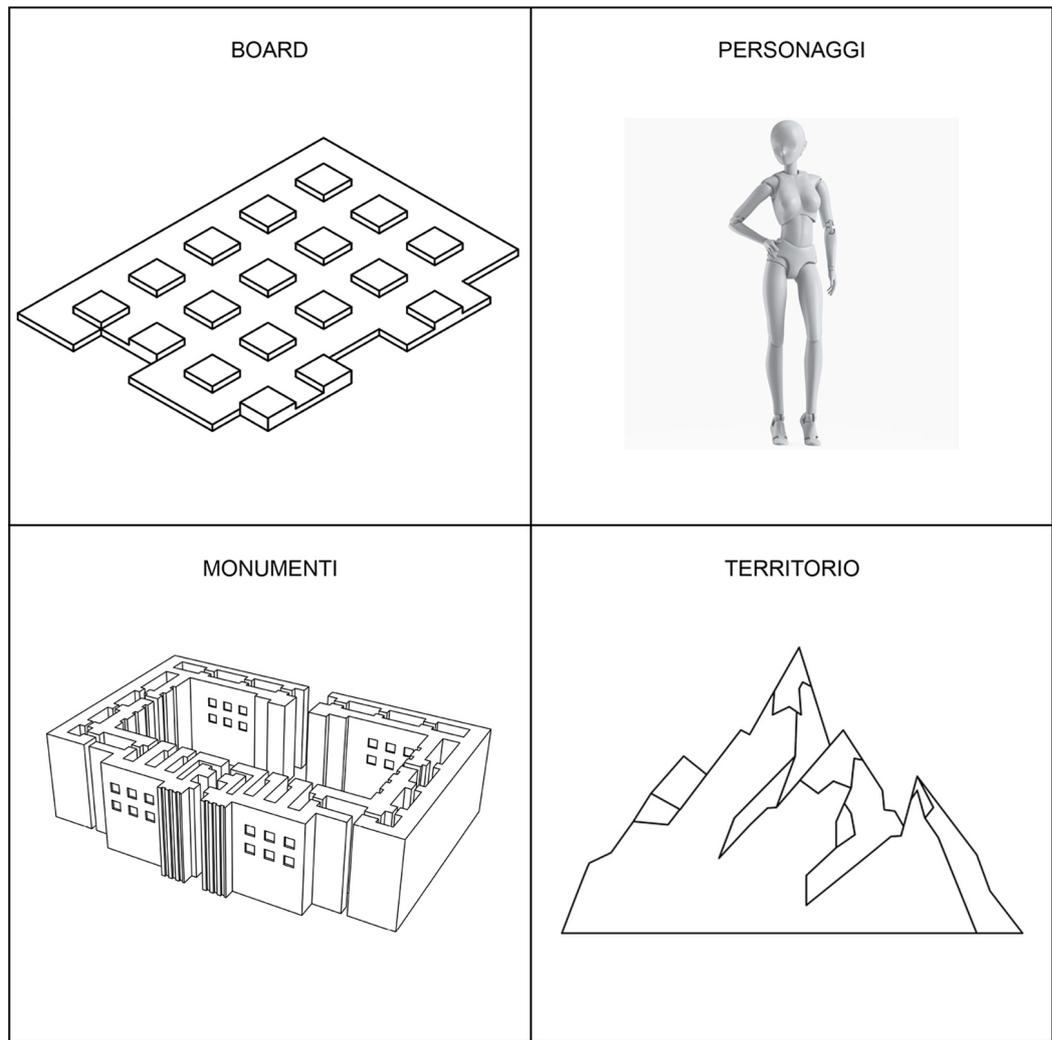



Fig. 5. Examples of objects categories characterizing the game creation.

with several modifiers on which the user can act. The user, with the selectors on the screen, can interact with the object changing its geometry through:
- deformation of geometries as in the case of elements used for the construction of topography and land (fig. 8);
- dedicated tools for processing the most complex objects, such as rivers, for which the user is first asked to draw a path on the board in the form of a graphic line that the system simplifies and optimizes transforming it, according to parametric logic, in all the elements useful for the construction of the components necessary for the assembly of the finished element (fig. 9).

The control on the obtained result and the compatibility of the object customized by the user with the other components of the game is guaranteed by the imposition of some geometric constraints of possible deformations, and therefore logical limits, for each modifier. The use of constraints has a double objective: on the one hand the control of the scale of the individual pieces for their compatibility within the board; on the other the dimensional control of the objects to make them achievable by 3D printer.

Once identified all the components necessary for the construction of the game (board, territory, characterizing objects and characters) the software allows the user to activate the function 'Print' (fig. 10) that prepares for each model/ component, the relevant STL file to be sent to the printer offering the user a preview of the time and amount of PLA [6] required for the physical construction of the model (fig. 11).

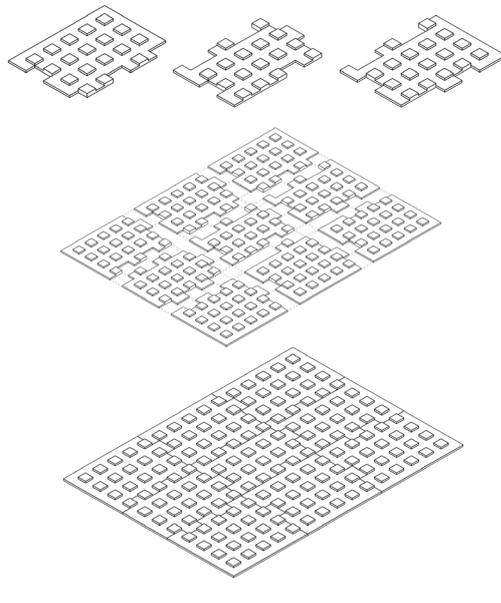



Fig. 6. Board assembly scheme and resulting prototype version.

Fig. 7. User's guide screen in the dedicated workspace. The screen is different for students and teachers, which will be able to define different aspects of the game.

Fig. 8. Parametric generation of simple territorial elements through selectors.

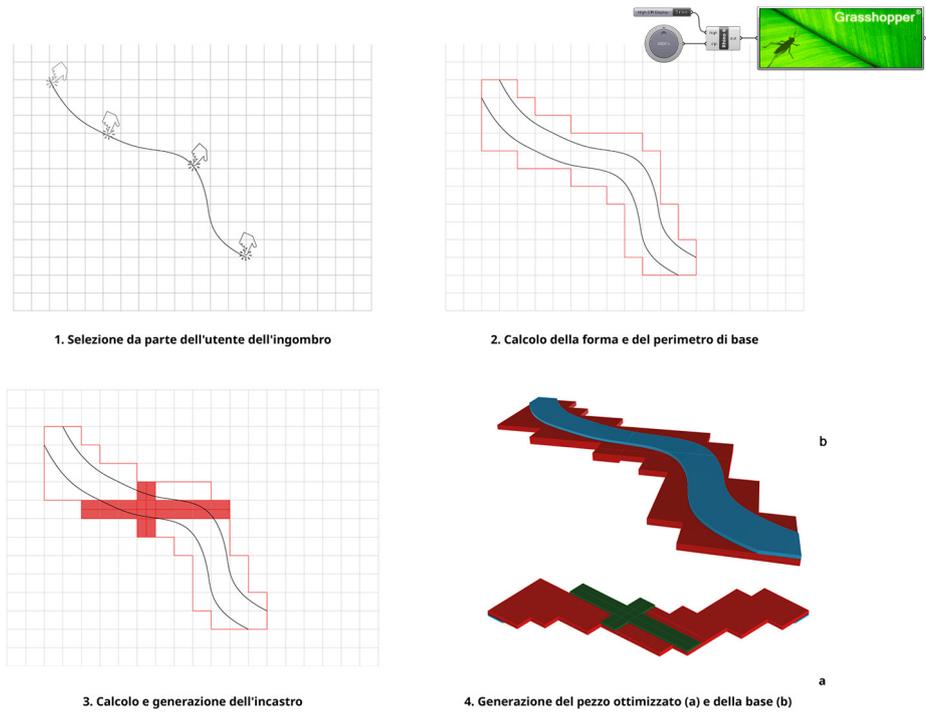



Fig. 9. Complex elements generation through user interaction and parametric assignment of specific features by the software.

Considering a possible use within educational contexts, we opted for a commercial filament 3D printer. The choice of a low-cost product is a plus value in the hypothesis of a massive use within a school context.
As for the printing material, the choice fell on a white PLA without particular mechanical properties, the colour allows additional forms of customization by students who can interact with physical models through the application of colours.
The research is still ongoing and the goal is to carry out a test within a IV class, to validate the effectiveness of the interaction system for the construction of models, as well as physical products.

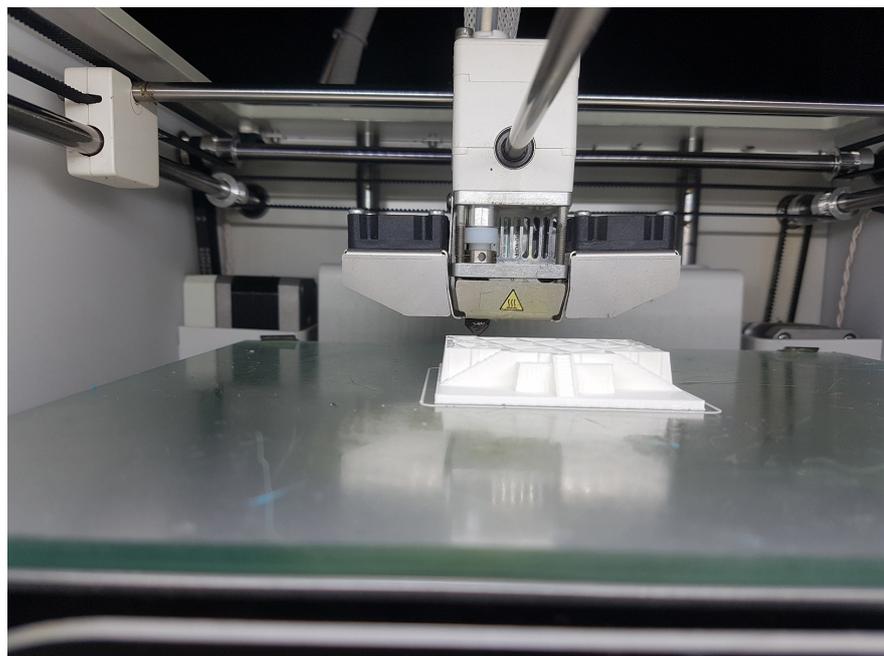



Fig. 10. 3D printing of game pieces.

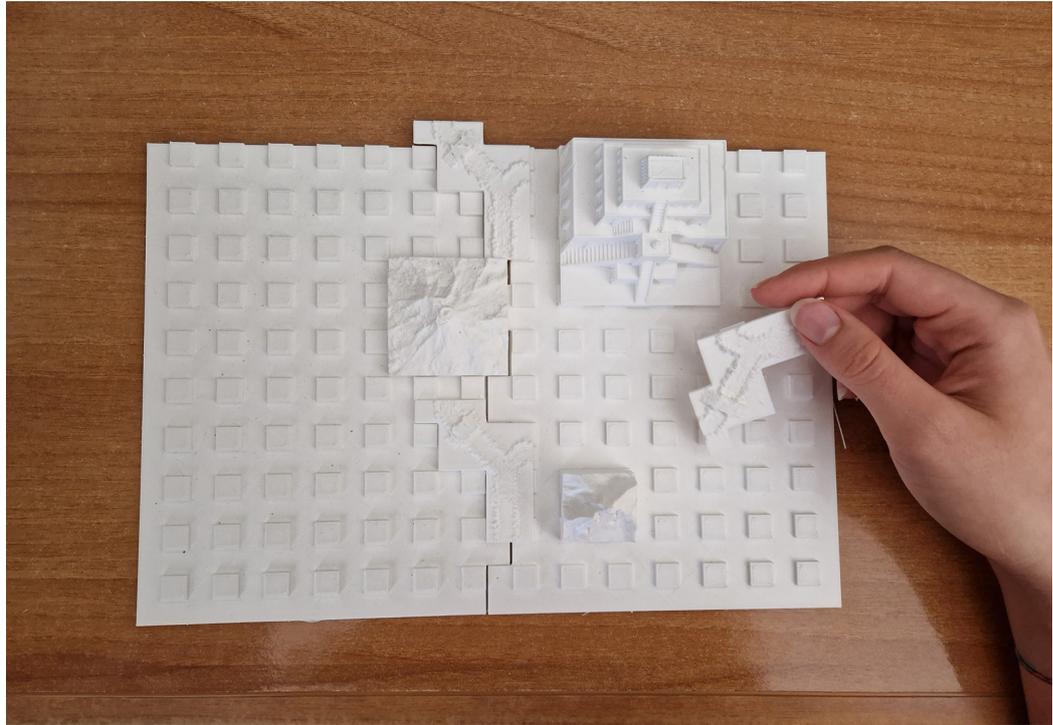



Fig. 11. Interaction example with the prototype version of the game.

Conclusions

The new forms of teaching show how the improvement of learning must follow paths based on interaction and dialogue between teachers and students and a prolific relationship between students. At the same time educational models based on the logic of participation show their effectiveness also for all children suffering from SLD offering them the possibility of a real inclusion in the school environment.
The research up here shows how new parametric modelling and production techniques can be a real element of innovation aimed at the overall improvement of the school environment. At the same time, the critical approach with technology can offer the student an important reference for understanding the potential offered by new communication tools based on the logic of the web.
As evidenced by the proposed work model, the use of these modes of modeling design, allows a modification of the paradigm designer/ object, allowing the planning of the project acting on the geometric variables that define it, and to be able to think of building ad hoc tools for each specific problem using the 3D printing tool, now common and easily accessible. All this transforming the role of the involved subjects and in particular the researcher/ designer one, who no longer has the task of defining solutions but to plan the activity of the user, even unqualified, making him the main actor of the whole process and therefore, the implementation of the new tool.

Notes

[1] Among the various online applications it is worth mentioning the case of the open source software Make Human that allows to create customized avatars <http://www.makehumancommunity.org/>.

[2] The edutainment is a form of entertainment that, using the channels such as games, videogames, television, etc., aims both to educate and entertain.

[3] In particular, reference is made to Rousseau 1762 later taken up by Dewey 1938.

[4] Generically identified as dyslexia, misfortune, disortography and dyscalculia.

[5] 'SEN' means all those special educational needs, which concern the different aspects inherent in the school disadvantage: social or cultural disadvantage, specific learning disabilities, specific developmental disorders, difficulties arising from lack of knowledge of the Italian language and culture.

[6] PLA or Polylactic Acid is particularly suitable in this context as it is a natural origin, non-toxic and economical material, and it's easily available on the market.

References

Cacciamani S., Cesareni D., Ligorio M.B. (2022). *Didattica blended. Teorie, metodi ed esperienze*. Milan: Mondadori Università.

Dewey J. (2014). *Esperienza e Educazione*. Milan: Raffaello Cortina. [Prima ed. 1938. *Experience and Education*. West Lafayette, Indiana: Kappa Delta Pi, International Honor Society in Education].

Ford S., Minshall T. (2018). Where and how 3D printing is used in teaching and education. In *Additive Manufacturing*, No. 25, pp.131-150.

Galvao J.R., Martins P.G., Gomes M.R. (2000). Modeling reality with simulation games for a cooperative learning. In J.A. Joines, R.R. Barton, K. Kang, P.A. Fishwick (Eds). *Winter Simulation Conference Proceedings*. Orlando, USA,10-13 dicembre 2000, Vol. 2, pp. 1692-1698.

Mcloughlin L., Fryazinov O., Moseley M., Sanchez M., Adzhiev V., Comninos P., Pasko A. (2016). Virtual Sculpting and 3D Printing for Young People with Disabilities. In *IEEE Comput Graph Appl*., No. 36 (1), pp. 22-28.

Monaco C., Zucchermaglio C. (2021). *Piccoli gruppi e apprendimento nella scuola dell'infanzia. Una sfida che inizia con la formazione degli insegnanti*. Rome: Valore Italiano.

Munari B. (1974). Proposta di una scuola di design che comincia dall'asilo. In *Domus*, No. 538, pp. 9-19.

Nusair S., Sharma B., Khan G. (2013). Edutainment for an Enhanced Learning Experience (ELE). In AA. VV. USP *12th Pacific Science Inter-Congress. Conference proceedings*. Suva, Fiji, 8-12 June 2013.

Rousseau J.J. (2003). *Emilio*. Rome: Laterza. [First ed. (1762). *Émile ou De Iéducation*. La Haye-Paris].

Sapucci G. (24 June 2013, updated 22 September 2022). Il gioco nel processo di apprendimento. <https://www.uppa.it/importanza-del-gioco-nell-apprendimento/> (accessed 2 February 2023).

Stella G., Grandi L. (2011). *Come leggere la dislessia e I DSA*. Milan: Giunti.

Valeri F., Tommaso M. (2017). *Sussidiario delle discipline - MAPPERCHÈ 4*. Milan: Fabbri.

Vermette P. (2008). *Engaging teens in their own learning: 8 keys to student success*. Abingdon: Taylor & Francis.

<https://www. anastasis.it/dsa-significato/> (accessed 26 October 2022).

<https://www.miur.gov.it/dsa> (accessed 9 January 2023).

Authors
Luca J. Senatore, Sapienza Università di Roma, luca.senatore@uniroma1.it
Michela Moroni, Sapienza Università di Roma, moroni.1899417@studenti.uniroma1.it

To cite this chapter: Senatore Luca J., Moroni Michela (2023). Progettare dall'infanzia: rappresentare e produrre per un apprendimento inclusivo/Design from Childhood: Representing and Producing for Inclusive Learning. In Cannella M., Garozzo A., Morena S. (eds.). *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Transitions. Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 3156-3175.

Isbn 9788835155119